

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-098833

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H02M 3/28

H02J 1/00

H02J 1/10

(21)Application number : 09-260122

(71)Applicant : NEC KOFU LTD

(22)Date of filing : 25.09.1997

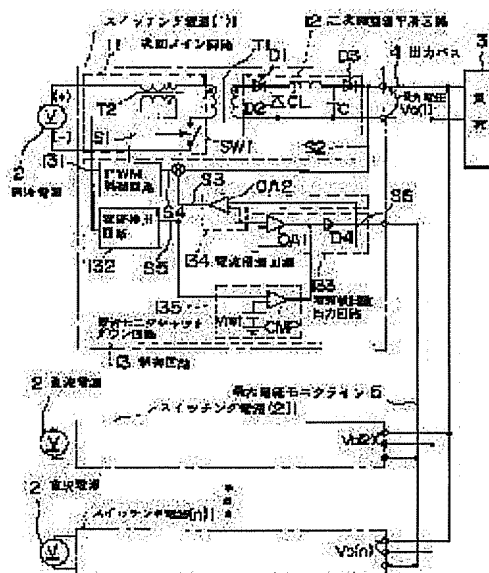
(72)Inventor : SHIMURA MASAKI

## (54) OUTPUT CURRENT MONITORING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent overvoltage in normal power supplies even if a redundant power supply is shorted by outputting voltage proportional to output current to parallelly connected other power modules when the output current is less than a reference value and not outputting voltage to those power modules when the output current is the same as or higher than the reference value.

**SOLUTION:** When a switching device SW1 of a primary side main circuit 11 is destructed by a short circuit in one of parallelly connected switching power supply modules 1-n, current due to impedance of the primary side main circuit 11 is caused to flow and an abnormal current is kept transmitted to a current detecting circuit 132 until a current transformer T2 becomes magnetically saturated and a signal S5 is sent to a current detected value output circuit 133, a current feedback circuit 134, and a current monitor shutdown circuit 135. A change in output voltage of the normal power supplies 1 except for the defective power supply 1 becomes within a regular value for a maximum current monitor line 5 and no overvoltage appears in the normal power supplies 1 without reducing a current feedback quantity and, as a result, the reliability can be increased by this parallel redundancy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3033721

[Date of registration] 18.02.2000

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98833

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 2 M 3/28

H 0 2 M 3/28

V

H 0 2 J 1/00

3 0 9

H 0 2 J 1/00

3 0 9 H

1/10

1/10

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-260122

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月25日

(71) 出願人 000168285

甲府日本電気株式会社

山梨県甲府市大津町1088-3

(72) 発明者 志村 雅樹

山梨県甲府市大津町1088-3 甲府日本電  
気株式会社内

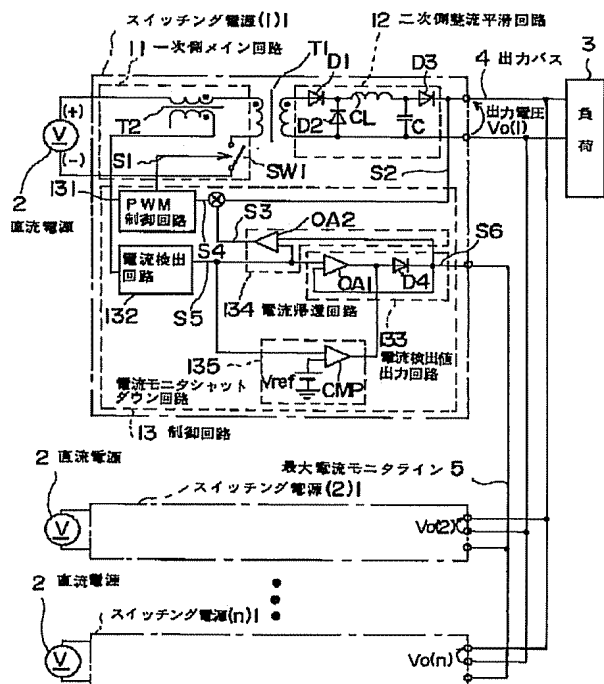
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 出力電流モニタ方式

(57) 【要約】

【課題】 並列冗長接続されているスイッチング電源に異常短絡が発生した場合、正常動作している他のスイッチング電源の出力電圧が過電圧になることを防ぐ。

【解決手段】 各スイッチング電源1の出力電流を検出した後、電圧変換して電圧信号を生成する電流検出回路132と、オペアンプとダイオードとを備え、前記電圧信号を直列接続された前記オペアンプとダイオードを介して他のスイッチング電源1に出力する電流検出値出力回路133と、出力が電流検出値出力回路133のオペアンプの出力に接続されているコンパレータを備え、前記コンパレータは前記電圧信号と基準値とを比較し、電圧信号が基準値より小さい場合は電圧信号を他の電源モジュール1に出力し、電圧信号が基準値以上の場合は電圧信号を他の電源モジュール1に出力しないよう電流検出値出力回路133を制御する電流モニタシャットダウン回路135とを各電源モジュールに有する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 並列接続された複数の電源モジュールから負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流モニタ方式であって、各電源モジュールの出力電流値が基準値未満の場合は前記並列接続された他の電源モジュールに前記出力電流値に比例した電圧を出力し、前記出力電流値が基準値以上の場合は前記並列接続された他の電源モジュールに前記出力電流値に比例した電圧を出力しないことを特徴とする出力電流モニタ方式。

【請求項２】 前記出力電流値が基準値以上の電源モジュールがあった場合、前記出力電流値が基準値未満の電源モジュールのうち出力電流が最も大きい電源モジュールの出力電流値に比例した電圧と各電源モジュールの出力電流値に比例した電圧との差を基に各電源モジュールの出力電流値を制御することを特徴とする請求項１記載の出力電流モニタ方式。

【請求項３】 並列接続された複数の電源モジュールから負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流モニタ方式であって、各電源モジュールの出力電流を検出した後、電圧変換して電圧信号を生成する電流検出回路と、オペアンプとダイオードとを備え、前記電圧信号を直列接続された前記オペアンプとダイオードを介して前記並列接続された他の電源モジュールに出力する電流検出出力回路と、出力が前記電流検出出力回路のオペアンプの出力に接続されているコンパレータを備え、前記コンパレータは前記電圧信号と基準値とを比較し、前記電圧信号が前記基準値より小さい場合は前記電圧信号を前記並列接続された他の電源モジュールに出力し、前記電圧信号が前記基準値以上の場合は前記電圧信号を前記並列接続された他の電源モジュールに出力しないよう前記電流検出出力回路を制御する電流モニタシャットダウン回路と、を各電源モジュールに有することを特徴とする出力電流モニタ方式。

【請求項４】 前記電流検出出力回路のオペアンプとダイオードの間にスイッチを設け、前記電流モニタシャットダウン回路は、前記電圧信号が前記基準値より小さい場合は前記スイッチをＯＮし、前記電圧信号が前記基準値以上の場合は前記スイッチをＯＦＦするよう制御することを特徴とする請求項３記載の出力電流モニタ方式。

【請求項５】 前記基準値は可変であることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項記載の出力電流モニタ方式。

【請求項６】 前記電源モジュールはスイッチング電源であることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項記載の出力電流モニタ方式。

【発明の属する技術分野】本発明は、出力電流モニタ方式に関し、特に並列接続された複数の電源モジュールから負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流モニタ方式に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来、並列接続された複数のスイッチング電源から負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流のモニタは、図３に示すような方式により行われている。なお、図３において、PWM制御回路１３１を除いた制御回路１３は、例えば、ユニットロード（UNITRODE）社発行の刊行物“プロダクト・アンド・アプリケーションズ・ハンドブック（Product & Applications Handbook） 1995-96”の6-424頁に記載されている制御ICが使用されている。

【０００３】以下、従来の技術の動作について図３を用いて説明する。

【０００４】従来、この種の電源システムの出力電流モニタ方式は、複数のスイッチング電源（１）～（ｎ）と、直流電源２と、負荷３とから構成される。スイッチング電源（１）１の出力は、出力バス４により並列接続されて負荷３に供給される。各スイッチング電源（１）～（ｎ）の制御回路１３は、最大電流モニタライン５を介して接続されている。なお、各スイッチング電源（１）～（ｎ）の構成は同じであるため、以下の説明はスイッチング電源（１）１を用いて行う。

【０００５】スイッチング電源（１）１は、一次側メイン回路１１と二次側整流平滑回路１２と制御回路１３とから構成されている。

【０００６】一次側メイン回路１１は、直流電源２の正極側からカレントトランスＴ２とメイントランスＴ１の一次側巻線とを介し、スイッチング素子ＳＷ１の一方の端子に接続される。スイッチング素子ＳＷ１の他方の端子は直流電源２の負極側に接続されている。スイッチング素子ＳＷ１は、スイッチング素子のＯＮ－ＯＦＦ信号Ｓ１により導通する。

【０００７】二次側整流平滑回路１２は、メイントランスＴ１の二次側巻線から整流用フォワードダイオードＤ１、フライホイールダイオードＤ２、チョークコイルＣＬ、コンデンサＣに接続され、オアダイオードＤ３を介して出力電圧Ｖ<sub>o</sub>（１）を出力する。

【０００８】制御回路１３は、PWM制御回路１３１と、電流検出回路１３２と、電流検出出力回路１３３と、電流帰還回路１３４とから構成されている。

【０００９】PWM制御回路１３１は、出力電圧Ｖ<sub>o</sub>（１）の出力信号Ｓ２に電流帰還回路１３４の出力信号Ｓ３を乗算したPWM制御回路の入力信号Ｓ４を入力信号とし、この信号Ｓ４が一定となるようにスイッチング素子ＳＷ１のＯＮ／ＯＦＦ信号Ｓ１を供給している。

【００１０】電流検出回路１３２は、スイッチング電源

【発明の詳細な説明】

【０００１】

(1) 1の直流出力電流に比例したカレントトランスT2の二次側巻線から得たパルス電流のピーク値を検出し、電圧信号S5として電流検出出力回路133と電流帰還回路134に供給する。

【0011】オペアンプOA1とダイオードD4により構成される電流検出出力回路133は、電圧信号S5を電圧モニタ信号S6として最大電流モニタライン5に供給すると同時に、電流帰還回路134に供給する。電流帰還回路134は、電圧信号S5と電圧モニタ信号S6をオペアンプOA2によって減算して電流帰還信号S3を供給している。

【0012】このように、前述の最大電流モニタライン5には、スイッチング電源(1)1の出力電流に比例し

$$V_o(1) = V_s + \alpha(V_m(\text{Max}) - V_m(1)) \cdots i$$

但し、 $V_s$ ：出力設定電圧値  $\alpha$ ：電流帰還係数となる。

【0015】式iで表されるように、並列接続されているスイッチング電源(1)～(n)の中で、出力電流が最大のスイッチング電源の電流検出回路の出力電圧値 $V_m(\text{Max})$ を基準とし、自スイッチング電源の電流検出回路の出力電圧値 $V_m(1 \sim n)$ と誤差加算して各スイッチング電源の出力電圧 $V_o(1 \sim n)$ を制御することで電流バランスをとっている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の技術においては、次のような問題がある。

【0017】並列接続されているスイッチング電源の一

$$V_o(1) = V_s + \alpha(V_m(\text{Over}) - V_m(1)) \cdots i$$

となり、( )内の数値には次式iの関係が成立する。

$$(V_m(\text{Over}) - V_m(1))$$

$$> (V_m(\text{Max}) - V_m(01)) \cdots i$$

従って、正常動作している各スイッチング電源の出力電圧 $V_o$ は、定常状態で電源装置が動作している時よりも高い電圧値が出力されることになり、過電圧値の小さな順で過電圧となり、その結果冗長構成が維持できず、電源システムがダウンする。この問題を回避するためには電流帰還量を小さくせざるを得ないが、並列接続された各スイッチング電源間の電流バランスが崩れてしまう。

【0021】本発明は、並列冗長接続されているスイッチング電源に異常短絡が発生した場合に、正常動作している他のスイッチング電源の出力電圧が上昇して過電圧になることを防ぎ、電源システムの信頼性を向上させることを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の出力電流モニタ方式は、並列接続された複数の電源モジュールから負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流モニタ方式であって、各電源モジュールの出力電流値が基準値未満の場合は前記並列接続された他の電源モジュールに前記出力電流値に比例した電圧を出力し、前記出

た電圧信号S5が電流検出回路132から出力され、電流検出出力回路133を介して他のスイッチング電源(2)～(n)に伝達される。

【0013】従って、最大電流モニタライン5に出力される電圧モニタ信号S6は、並列接続されたスイッチング電源(1)～(n)の中で、直流出力の負荷3への供給が最大となっているスイッチング電源の電流検出回路132の出力電圧値 $V_m(\text{Max})$ がモニタされることとなる。

【0014】例えば、スイッチング電源(1)1の出力電圧 $V_o(1)$ は、電流検出回路132から出力される直流電圧信号S5の電圧値を $V_m(1)$ とすると、

次側メイン回路11のスイッチング素子SW1がショートモードで破損した時、あるいは、二次側整流平滑回路12のコンデンサCがショートモードで破損した時には、定常状態ではあり得ない電流が一次側メイン回路11内を流れる。

【0018】この異常電流は、カレントトランスT2を介して電流検出回路132により検出され、電圧信号S5として電流検出出力回路133を介して最大電流モニタライン5に伝達され、最大電流モニタライン5を支配することになる。

【0019】この時の電流検出回路132の出力電圧値を $V_m(\text{Over})$ とすると、スイッチング電源(1)の出力電圧(1)は、式iより、

【0020】

力電流値が基準値以上の場合は前記並列接続された他の電源モジュールに前記出力電流値に比例した電圧を出力しないことを特徴とする。

【0023】本発明の第2の出力電流モニタ方式は、本発明の第1の出力電流モニタ方式において、前記出力電流値が基準値以上の電源モジュールがあった場合、前記出力電流値が基準値未満の電源モジュールのうち出力電流が最も大きい電源モジュールの出力電流値に比例した電圧と各電源モジュールの出力電流値に比例した電圧との差を基に各電源モジュールの出力電流値を制御することを特徴とする。

【0024】本発明の第3の出力電流モニタ方式は、並列接続された複数の電源モジュールから負荷に電流を供給する電源システムにおける出力電流モニタ方式であって、各電源モジュールの出力電流を検出した後、電圧変換して電圧信号を生成する電流検出回路と、オペアンプとダイオードとを備え、前記電圧信号を直列接続された前記オペアンプとダイオードを介して前記並列接続された他の電源モジュールに出力する電流検出出力回路

と、出力が前記電流検出値出力回路のオペアンプの出力に接続されているコンパレータを備え、前記コンパレータは前記電圧信号と基準値とを比較し、前記電圧信号が前記基準値より小さい場合は前記電圧信号を前記並列接続された他の電源モジュールに出力し、前記電圧信号が前記基準値以上の場合は前記電圧信号を前記並列接続された他の電源モジュールに出力しないよう前記電流検出値出力回路を制御する電流モニタシャットダウン回路と、を各電源モジュールに有することを特徴とする。

【0025】本発明の第4の出力電流モニタ方式は、本発明の第3の出力電流モニタ方式において、前記電流検出値出力回路のオペアンプとダイオードの間にスイッチを設け、前記電流モニタシャットダウン回路は、前記電圧信号が前記基準値より小さい場合は前記スイッチをONし、前記電圧信号が前記基準値以上の場合は前記スイッチをOFFするよう制御することを特徴とする。

【0026】本発明の第5の出力電流モニタ方式は、本発明の第1～第4の出力電流モニタ方式において、前記基準値は可変であることを特徴とする。

【0027】本発明の第6の出力電流モニタ方式は、本発明の第1～第5の出力電流モニタ方式において、前記電源モジュールはスイッチング電源であることを特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0029】図1は、本発明の一実施の形態を示す回路図であり、複数のスイッチング電源(1)～(n)と、直流電源2と、負荷3とから構成される。スイッチング電源(1)1の出力は、出力バス4により並列接続されて負荷3に供給される。各スイッチング電源(1)～(n)の制御回路13は、最大電流モニタライン5を介して接続されている。ここで、制御回路13に電流モニタシャットダウン回路135を備えたことが本発明の特徴である。なお、各スイッチング電源(1)～(n)の構成は同じであるため、以下の説明はスイッチング電源(1)1を用いて行う。

【0030】スイッチング電源(1)1は、一次側メイン回路11と二次側整流平滑回路12と制御回路13とから構成されている。

【0031】一次側メイン回路11は、直流電源2の正極側からカレントトランスT2とメイントランスT1の一次側巻線とを介し、スイッチング素子SW1の一方の端子に接続される。スイッチング素子SW1の他方の端子は直流電源2の負極側に接続されている。スイッチング素子SW1は、スイッチング素子のON/OFF信号S1により導通する。

【0032】二次側整流平滑回路12は、メイントランスT1の二次側巻線から整流用フォワードダイオードD1、フライホイールダイオードD2、チョークコイルC

L、コンデンサCに接続され、オアダイオードD3を介して出力電圧Vo(1)を出力する。

【0033】制御回路13は、PWM制御回路131と、電流検出回路132と、電流検出値出力回路133と、電流帰還回路134と、電流モニタシャットダウン回路135とから構成されている。

【0034】PWM制御回路131は、出力電圧Vo(1)の出力信号S2に電流帰還回路の出力信号S3を乗算したPWM制御回路の入力信号S4を入力信号とし、この信号S4が一定となるようにスイッチング素子SW1のON/OFF信号S1を供給している。

【0035】電流検出回路132は、スイッチング電源(1)1の直流出力電流に比例したカレントトランスT2の二次側巻線から得たパルス電流のピーク値を検出し、電圧信号S5として電流検出値出力回路133、電流帰還回路134および電流モニタシャットダウン回路135に供給する。

【0036】オペアンプOA1とダイオードD4により構成される電流検出値出力回路133は、電圧信号S5を電圧モニタ信号S6として最大電流モニタライン5に供給すると同時に、電流帰還回路134に供給する。電流帰還回路134は、電圧信号S5と電圧モニタ信号S6をオペアンプOA2によって減算して電流帰還信号S3を供給している。

【0037】電流モニタシャットダウン回路135は、コンパレータCMPを備えており、コンパレータCMPは電圧信号S5と基準電圧Vrefを入力とし、出力が電流検出値出力回路133のオペアンプOA1の出力に接続されている。

【0038】上述したように、最大電流モニタライン5には、スイッチング電源(1)1の出力電流に比例した電圧信号S5が電流検出回路132から出力され、電流検出値出力回路133を介して他のスイッチング電源(2)～(n)に伝達される。

【0039】次に、本発明の一実施の形態の動作について図1を用いて詳細に説明する。

【0040】図1に示すように、スイッチング電源(1)～(n)が並列に接続され、並列冗長運転して負荷3に電力を供給している。最大電流モニタライン5には、スイッチング電源1の出力電流に比例した電圧信号S5が各スイッチング電源1の電流検出回路132から出力され、電流検出値出力回路133を介してダイオードOAにて接続されている。

【0041】従って、最大電流モニタライン5に出力される電圧モニタ信号S6は、並列接続されたスイッチング電源(1)～(n)の中で、直流出力の負荷3への供給が最大となっているスイッチング電源の電流検出回路132の出力電圧値Vm(Max)がモニタされることとなる。

【0042】例えば、スイッチング電源(1)1の出力

電圧 $V_o(1)$ は、電流検出回路132から出力される直流電圧信号S5の電圧値を $V_m(1)$ とすると、 $V_o(1) = V_s + \alpha(V_m(\text{Max}) - V_m(1))$ 但し、 $V_s$ : 出力設定電圧値  $\alpha$ : 電流帰還係数となる。

【0043】上式で表されるように、並列接続されているスイッチング電源(1)～(n)の中で、出力電流が最大のスイッチング電源の電流検出回路の出力電圧値 $V_m(\text{Max})$ を基準とし、自スイッチング電源の電流検出回路の出力電圧値 $V_m(1 \sim n)$ と誤差加算して各スイッチング電源の出力電圧 $V_o(1 \sim n)$ を制御することで電流バランスをとっている。

【0044】いま、並列接続されているn台の内の1台のスイッチング電源モジュールにおいて、一次側メイン回路11のスイッチング素子SW1がショートモードで破損した場合、一次側メイン回路11のインピーダンス分の電流が本回路内を流れ、カレントトランスT2が磁気飽和を起こすまでは、このカレントトランスT2により異常電流値が電流検出回路132に伝達される。

【0045】ここでピーク値を整流検出された電圧値を $V_{132}$ (SW1ショート)とすると、この電圧値は信号S5として電流検出出力回路133と電流帰還回路134に報告されると同時に、電流モニタシャットダウン回路135にも報告される。

【0046】電流モニタシャットダウン回路135においては、基準電圧 $V_{ref}$ が、

$$V_{ref} = V_{132}(100\%) \times 1.1$$

但し、 $V_{102}(100\%)$ : 定格出力電流を供給している時の一次側メイン回路11の電流を電流検出回路132で電圧変換した値。

と設定されている。これは、この時伝達されてくる電流検出値 $V_{132}$ (SW1ショート)の信号S5に対し、 $V_{ref} < V_{132}$ (SW1ショート)

に示す関係が成立するため、コンパレータCMPの出力はロウ(0V)レベルとなり、電流検出出力回路133のオペアンプOA1の出力もロウ(0V)となるので、最大電流モニタライン5に対して基準電圧 $V_{ref}$ 値以上の異常電圧 $V_{132}$ (SW1ショート)は伝達されない。

【0047】従って、最大電流モニタライン5に対しては、本ショートモードで故障したスイッチング電源1以外のスイッチング電源1の、 $n-1$ 台の中で、直流出力電流の負荷3への供給が最大となっているスイッチング電源1の電流検出回路132の出力電圧値 $V_m(\text{Max})$ がモニタされるため、正常動作しているスイッチング電源1の出力電圧変動は定常値以内となり、電流帰還量を下げなくても過電圧となることもなく冗長可能となる。

【0048】また、二次側整流平滑回路12のコンデンサCがショートモードで破損したときは、二次側整流平

滑回路12内に定格値以上の電流が流れ、メイントランスT1から一次側メイン回路11内にもこれに比例した電流が流れ、カレントトランスT2により電流検出回路132に伝達される。

【0049】この時、電流検出回路132によりピーク値を電流検出された電圧値を $V_{132}$ (Cショート)とすると、この電圧値に対しては、

$$V_{ref} < V_{132}(Cショート)$$

の関係が成り立つ。

【0050】以降の動作については、前述のスイッチング素子SW1がショートモードで破損したときと同様であり、この故障モードに対しても電流帰還量を下げなくても各スイッチング電源1の出力電圧変動は定常値以内となり、過電圧となることもなく冗長可能となる。

【0051】次に、本発明の他の実施の形態について図2を用いて説明する。

【0052】本発明の他の実施の形態は、以上説明した本発明の一実施の形態の電流検出出力回路133において、オペアンプOA1とダイオードD4との間にスイッチング素子SW2を設けたものである。図2は、本発明の他の実施の形態を示す回路図であり、図1と同一の参照符号は同一の構成部品を示す。なお、以下の説明は、本発明の一実施の形態と異なる部分について行う。

【0053】本発明の一実施の形態においては、電圧信号S5を、電流検出出力回路133、電流帰還回路134および電流モニタシャットダウン回路135に供給し、オペアンプOA1とダイオードD4の直列回路により構成される電流検出出力回路133を介し、最大電流モニタライン5に供給している。

【0054】本実施の形態においては、電流検出出力回路133のオペアンプOA1とダイオードD4との間にスイッチング素子SW2を設け、このスイッチング素子SW2の開閉は電流モニタシャットダウン回路135により制御するようにしている。電流モニタシャットダウン回路135には、コンパレータCMPが備えられており、このコンパレータCMPには電圧信号S5と基準電圧 $V_{ref}$ が入力される。

【0055】コンパレータCMPは、電圧信号S5と基準電圧 $V_{ref}$ とを比較し、電圧信号S5<基準電圧 $V_{ref}$ のときはスイッチング素子SW2を閉、電圧信号S5>基準電圧 $V_{ref}$ のときはスイッチング素子SW2を開、とするようにスイッチング素子のON/OFF信号S7により制御する。

【0056】なお、以上説明した本発明の一実施の形態および他の実施の形態においては、並列冗長接続されているスイッチング電源の出力電流モニタ方式として説明したが、スイッチング電源以外の電源モジュールにおいても本発明が適用できることは明らかである。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、並列冗

長接続されているスイッチング電源に異常短絡が発生した場合に、電流帰還量を下げて電流バランスを悪くすることなく、正常動作している他のスイッチング電源の出力電圧が過電圧になることを防ぐことにより、電源システムの信頼性が向上するという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態を示す回路図である。

【図2】 本発明の他の実施の形態を示す回路図である。

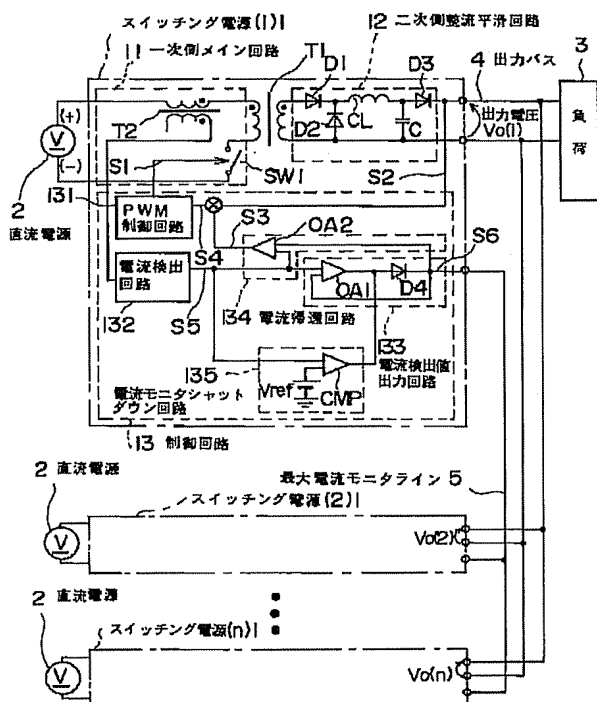
【図3】 従来の技術を示す回路図である。

【符号の説明】

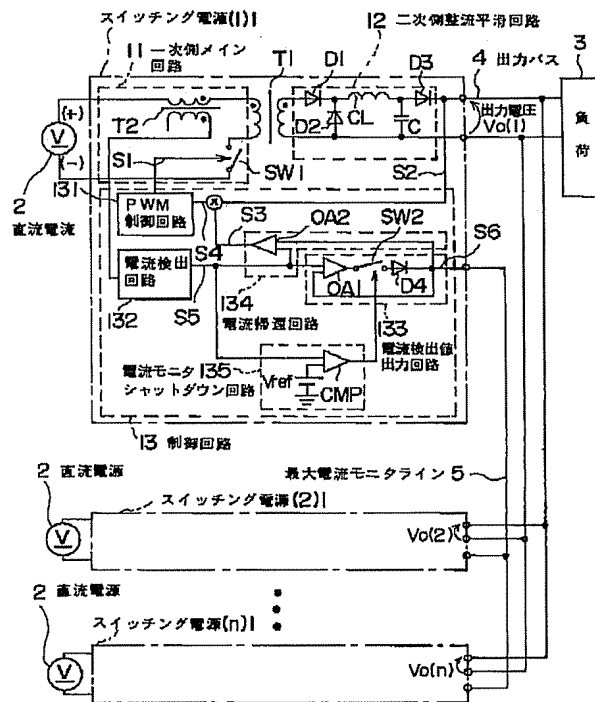
- 1 スwitchング電源 (1) ~ (n)
- 11 一次側メイン回路
- 12 二次側整流平滑回路
- 13 制御回路
- 131 PWM制御回路
- 132 電流検出回路
- 133 電流検出値出力回路
- 134 電流帰還回路
- 135 電流モニタシャットダウン回路
- 2 直流電源

- 3 負荷
- 4 出力バス
- 5 最大電流モニタライン
- C コンデンサ
- CL チョークコイル
- CMP コンパレータ
- D1 整流用フォワードダイオード
- D2 フライホイールダイオード
- D3 オアダイオード
- D4 ダイオード
- OA1, OA2 オペアンプ
- S1, S7 スwitchング素子のON/OFF信号
- S2 出力電圧 $V_o$ の出力信号
- S3 電流帰還回路の出力信号
- S4 PWM制御回路の入力信号
- S5 電圧信号
- S6 電圧モニタ信号
- SW1, SW2 スwitchング素子
- T1 メイントランス
- T2 カレントトランス

【図1】



【図2】





【図3】

